

## КОНТРОЛЬ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ

© 2025 г. Екатерина Сергеевна Старосельская<sup>1\*</sup>, Е.К. Щипцова<sup>1\*\*</sup>, Э.А. Кремчев<sup>2\*\*\*</sup>,  
Д.С. Громыка<sup>1\*\*\*\*</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, 199106  
Санкт-Петербург, 21 линия В.О., д. 2

<sup>2</sup> – НИУ ВШЭ, 190121 Санкт-Петербург, ул. Союза Печатников, д. 16

\* - [s220385@stud.spmi.ru](mailto:s220385@stud.spmi.ru); \*\* - [Schiptova\\_EK@pers.spmi.ru](mailto:Schiptova_EK@pers.spmi.ru);

\*\*\* - [kremcheev@mail.ru](mailto:kremcheev@mail.ru); \*\*\*\* - [gromyka\\_ds@pers.spmi.ru](mailto:gromyka_ds@pers.spmi.ru)

В настоящее время для решения задач неразрушающего контроля (НК) механических свойств материалов широкое применение находят портативные приборы контроля. Один из перспективных методов контроля — динамическое инструментальное индентирование (ДИИ), которое позволяет контролировать не только пластичные, но и упругие свойства материала [1-3].

В качестве объекта контроля были выбраны разные полиэтиленовые трубы, изготовленные из разного вида полиэтилена, а также эксплуатируемые при разных условиях и разного срока эксплуатации.

Исследования велись с целью определения возможности проведения контроля физико-механических свойств объекта методом ДИИ. Для достижения цели выполнены измерения образцов труб методом ДИИ, после чего сравнили с результатами, полученными методом инструментального индентирования (ИИ). Измерения физико-механических свойств для данного метода были проведены на изготовленных из образцов микрошлифах.

Метод ИИ реализован в отечественном продукте от ФГБНУ "ТИСНУМ" "НаноСкан", который определяет механические свойства изделий методом ИИ в соответствии с ГОСТ Р 8.748-2011. Во время проведения экспериментов использовался индентор типа Берковича, прикладываемая нагрузка на образец – 50 мН, время нагрузки – 10000 мс, время выдержки – 10000 мс. Для контроля методом ДИИ был использован прибор ИПМ-1К с индентором в форме сферы диаметром 3 мм.

Представлены результаты измерения твердости и модуля упругости методом ДИИ полиэтиленовой трубы и образца-свидетеля в виде микрошлифа на сканирующем нанотвердомере «НаноСкан» методом ИИ (рис. 1 и рис. 2).

На основе полученных данных была проведена корреляционная функция. Степень линейной взаимосвязи между полученными данными ДИИ и ИИ, твердости и модуля упругости, составила более 92 %.

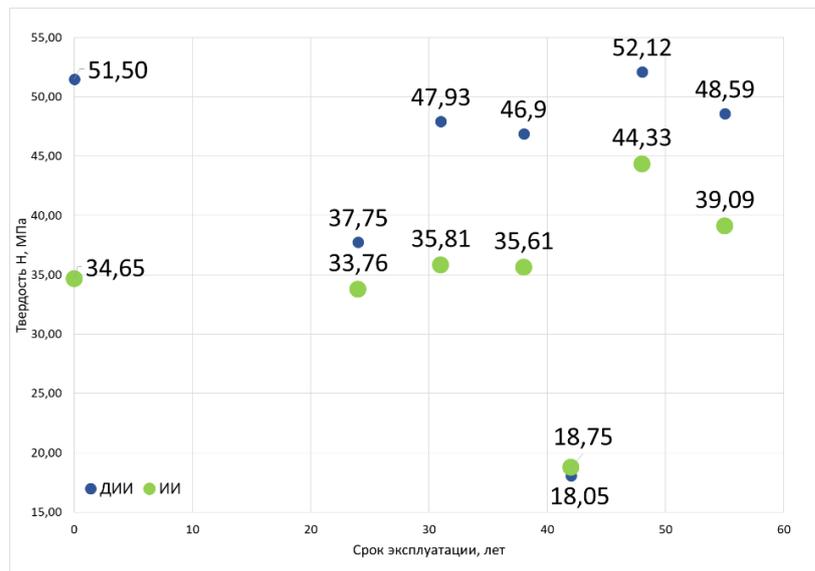


Рис. 1. Сравнение результатов измерения твердости методами ИИ и ДИИ

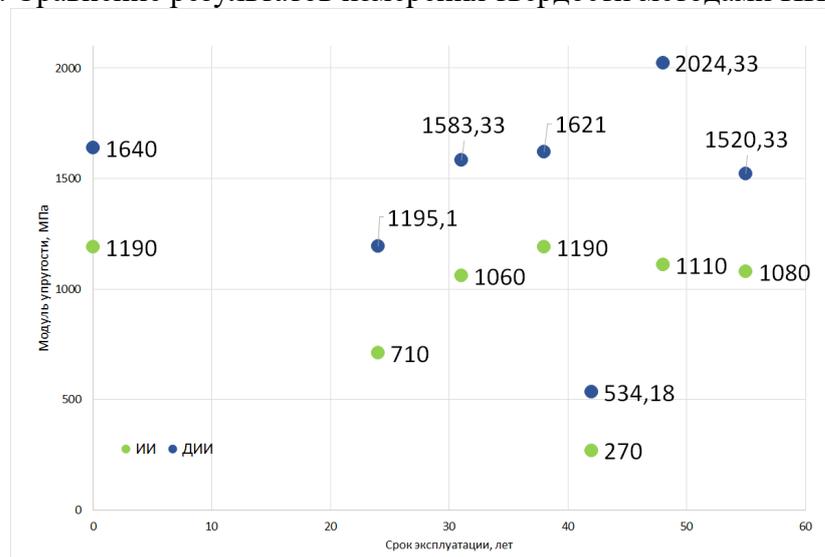


Рис. 2. Сравнение результатов измерения модуля упругости методами ИИ и ДИИ

По результатам исследования можно сделать вывод о наличии корреляции между результатами измерений твердости и модуля упругости разными методами, что позволяет использовать портативные приборы, реализующие метод ДИИ, для контроля физико-механических свойств объекта на месте эксплуатации без нарушения его целостности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Umanskii A., Gogolinskii K., Syasko V., Golev A.* Modification of the Leeb Impact Device for Measuring Hardness by the Dynamic Instrumented Indentation Method // *Inventions*. 2022. V. 7. No. 1. P. 1-9.
2. *Колганов О.А., Ильинский А.В., Егоров Р.А., Хошев А.Е., Федоров А.В.* Дифференциальное включение катушек индуктивности для регистрации параметров движения ударника при динамическом индентировании // *Изв. вузов. Приборостроение*. 2023. Т. 66. № 1. С. 74–80. DOI: 10.17586/0021-3454- 2023-66-1-74-80.
3. *Кузьмичев М.В., Егоров Р.А.* Моделирование и алгоритмическое обеспечение процесса динамического индентирования // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2018. Т. 18. № 5. С. 794–800. doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-5-794-800